

テーピングと意識的な動作の矯正が 跳躍動作時のX脚の改善と跳躍高に及ぼす影響

水 藤 弘 吏*

骨形態(アライメント)の異常は、運動時における傷害やパフォーマンスの低下を引き起こすといわれている。特に、女性は男性と比べて骨盤の幅が広いので、X脚になりやすい。また、X脚は下肢筋パワーを発揮する場面においてパフォーマンスを低下させることが考えられる。そこで本研究では、下肢の筋パワーの評価指標である垂直跳びを用い、垂直跳びにおける跳躍動作中のX脚の改善が跳躍高に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

対象は、女子大学生7名として、何も介入しない通常の状態、テーピングによって矯正させた状態、意識的に矯正させた状態の3条件を設定し、垂直跳びをそれぞれ2回行わせた。各試技の跳躍動作を高速度ビデオカメラにより撮影し、得られた画像から2次元動作分析により最大跳躍高と膝関節屈伸動作中のQアングルを求めた。

その結果、3条件ともに最大跳躍高には、有意な差が認められなかった。一方、膝関節屈伸動作中における左右Qアングルの平均値は、通常と比べて意識的な矯正において有意な差が認められた。しかしながら、テーピングによる矯正では、通常と比べて膝関節屈伸動作中の左右Qアングルの平均値に有意な差が認められなかった。

以上ことから、本研究ではX脚の改善に対し、テーピングによる矯正よりも意識的に矯正する方が有効であった。したがって、意識して動作を矯正することは、動作の改善に有効であることが示唆された。しかしながら、本研究のような即時的な動作の改善は、必ずしもパフォーマンスの向上に結びつかないことが明らかとなった。

キーワード：動作の矯正、膝関節のアライメント、女性、垂直跳び

I. はじめに

一般的に、運動中における姿勢の変化はパフォーマンス低下や、傷害を引き起こす要因の一つといえる。スポーツ傷害の発生要因の一つとして、骨-関節の配列(アライメント)の異常が挙げられる。人体の骨と骨との構造は真っ直ぐではなく、彎曲とねじれが存在する。山本(2004)は、この彎曲とねじれの度合いが強くなり、骨形態が大きく歪むことは運動効率を低下させるだけでなく、筋や腱への負担を大きくし、スポーツ傷害の発生率も高まることから、急激な動作の切り返し時、転倒、相手からのタックルを受けた時など、アライメントの異常がみられる際には、身体の構造的

にも外力に対して弱くなるため、突発的な外傷発生を引き起こしやすくなると述べている。

アライメント異常の代表的なものとして、X脚がある。X脚は、前額面上において膝関節が内方へ彎曲している状態のことをいう。X脚の評価基準として、Qアングルが用いられている。Qアングルとは、上前腸骨棘、膝蓋骨、脛骨結節のそれぞれの中心を結んだときの角度のことである(図1)。Qアングルは、女子体操選手で平均15°、男子アメリカンフットボール選手で平均12°といわれており⁴⁾、その角度が20°以上の時、X脚と評価される。

X脚を有している場合、ランニングのような単純で負荷的に軽い運動でも、同じ動作を繰り返すこと

*愛知学院大学心身科学部健康科学科
(連絡先) 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 E-mail: suito@dpc.agu.ac.jp

によるストレスの積み重ねが膝関節に生じ、障害を引き起こしやすいといわれている。特に、運動中にみられるX脚は、膝の外側に圧迫力がかかるため、半月板損傷、膝蓋大腿関節症を生じやすいといわれている。さらに、膝の外反応力が強まると、逆に膝内側に伸張ストレスがかかりやすくなるため、膝の内側に集まる筋の付着部（鷲足部）の炎症を生じやすい。ジャンパー膝、オスグッドシュラッター病、ラルセン病といったものが成長期のスポーツ障害として代表的なものとして挙げられる。X脚は、特に女子選手に多くみられ、女性特有の骨盤の広さが原因とされている。骨盤が広いことによって大腿骨と骨盤とのなす角度がより鋭角となることから、Qアングルが大きくなる。そのため、膝関節屈曲中においては、大腿四頭筋が膝蓋骨をより外側にけん引するため、X脚が生じやすいと考えられている⁸⁾。スキー競技においては、ターン中のエッジングの際に、両脚（両膝）を同じように傾けることで両スキーの角づけが等しくなり、ターン弧をスムーズに描くことができる。しかしながら、ターン中において膝関節を屈曲した際にX脚になってしまった場合、内スキーが雪面に対してフラットに近づき、スキー板のエッジで雪面をとらえることができなくなるため、パフォーマンスを低下させると考えられる。以上のことを踏まえ、パフォーマンス向上のためには、運動中にみられるX脚を改善する必要があるといえる。

アライメントを矯正する方法の一つとして、テーピングを用いた方法がある。川野（2000）は、テーピングは正しいスポーツ動作が行われるように矯正する効果があると述べている。したがって、テーピングによりアライメントを矯正することは、膝関節屈曲時におけるX脚の改善を促し、パフォーマンスの向上につながると考えられる。一方、アライメントを矯正する方法として、動きを意識させることが挙げられる。指導現場の多くの場面においては、意識的、感覚的に動きや姿勢を矯正する指導がなされている。

これまでX脚に関する研究は、児童の発達期における変遷について報告がなされてきた。山本（2004）は、乳児は生まれつきO脚であるが、起立荷重に伴って次第にX脚に移行し、3歳頃には顕著なX脚、その後、加齢に伴い彎曲は自然に矯正され、成長期以降は変化しないと述べている。これまでアライメントの発育・発達については報告がなされているものの、運動中にみられるX脚がパフォーマンスに及ぼす影響について研究がなされていない。そこで、本研究では、運動中にみられるX脚について、テーピングと意識的に矯正

するという2つの矯正方法を実践し、X脚の改善が跳躍動作やパフォーマンスに及ぼす影響について検討することを目的とする。

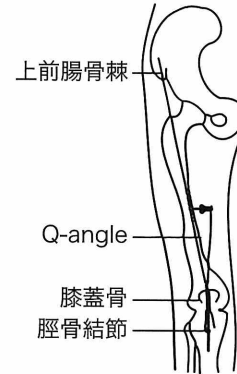


図1 Qアングルの定義（参考文献⁴⁾より引用）

II. 方法

1. 対象者

対象は、健康な女子大学生7名（年齢=21.3±0.5歳、身長=156.7±3.2cm、体重=48.0±5.0kg）であった。なお、実験を開始するにあたり、対象者には本研究の内容を十分説明し、参加の同意を得た。

2. 試技内容

全ての対象者に垂直跳びを行わせた。実験を始める前に全ての対象者には、十分なウォーミングアップを実施させた。垂直跳びについては、何も条件のない状態、テーピングを用いて膝関節を固定した状態、下肢動作を意識させた状態での垂直跳びの3条件を設定し、各試技2回ずつ行わせた。なお、実験試技前に、発泡スチロール製のマーカ（直径：30mm）を対象者の左右の上前腸骨棘・膝蓋骨・脛骨結節の6カ所に取り付けた（図2）。

テーピングを用いて膝関節を固定するため、本研究では伸縮性テープ（キネシオロジーテープ、ピップフジモト社製）を使用し、図3に示すように膝軽度屈曲位で膝下後面中央から内側を通り、大腿部後面中央までスパイラル・テープによる技法を用いた。

意識させた状態での垂直跳びについては、膝関節屈曲時にみられるX脚を意識的に矯正するため、図4に示すように直径17cmのゴムボール（ソフトギムニク、Ledraplastic社製）を両膝で挟ませ、5回のスクワット運動をさせた直後に垂直跳びを実施した。

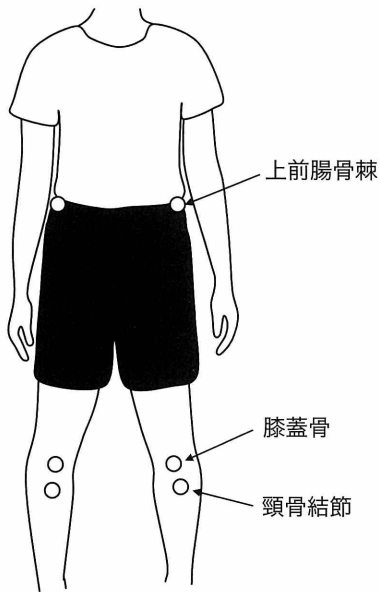


図2 下肢におけるマーカの設置位置

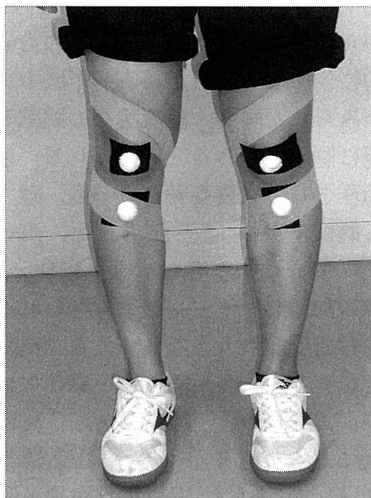


図3 スパイラル・テープの巻き方

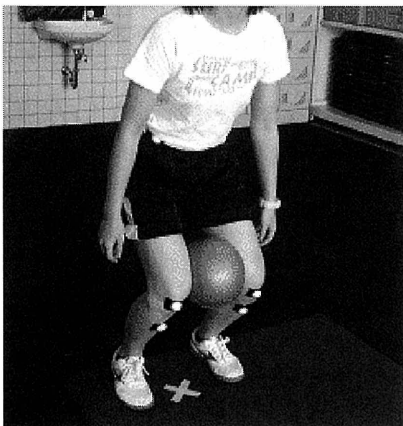


図4 ボールを使ったスクワットの様子

3. 撮影方法

本実験では、高速1394カメラ (A602fc-2, BASLER社製) を正面に設置し、撮影速度60Hz、シャッタースピード500分の1秒で、垂直跳びの跳躍動作を撮影した。撮影範囲は幅3.0m、高さ3.0mの範囲とし、2次元空間のキャリブレーションのために既知の幅(0.84m)に固定されたコントロールポイントを撮影した。本研究では、左右方向にX軸、上下方向にY軸となる2次元座標系を設定した。なお、キャリブレーション作業は実験試技前に行った。

4. 分析方法

得られた映像から、身体各部に付けられたマーカを動作解析ソフト (Frame-DIAS IV, DKH社製) を用いて手動デジタイズを行った。跳躍高の算出については、対象者の立位姿勢時における左右の上前腸骨棘の中心のY座標を、跳躍中における左右の上前腸骨棘の中心のY座標から引くことにより求めた。また、跳躍動作中のQアングルについては、左右それぞれの膝関節から股関節のベクトルと、脛骨結節から膝関節のベクトルとのなす角度を算出して求めた。

得られた2次元座標データは、遮断周波数6Hzの双方向Butterworth型デジタルフィルターによって平滑化した。なお、遮断周波数の決定には、残差分析を用いた⁷⁾。

5. 統計処理

全てのデータは、平均値±標準偏差で示した。介入がない状態での跳躍高・Qアングルと、テーピングによる矯正、意識による矯正における跳躍高・Qアングルとの群間比較には、一元配置の対応のある分散分析を行った。さらに、有意差の認められる場合には、Bonferroniの多重比較検定を適用した。なお、全ての統計解析には、PASW Statistics 18.0を用いた。なお、有意水準は、いずれの検定においても $P < 0.05$ をもって有意とした。

III. 結果

表1に、各条件の垂直跳びの結果を示す。平均跳躍高は、介入なしで $0.411 \pm 0.049\text{m}$ 、テーピングによる矯正で $0.413 \pm 0.043\text{m}$ 、意識による矯正で $0.452 \pm 0.055\text{m}$ であった。各条件間に有意な差は認められなかったものの、意識による矯正において7名中5名が最も高い値を示していた。

表1 通常, テーピングによる矯正, 意識的な矯正における垂直跳びの跳躍高

	通常 (介入がない状態) (m)	テーピングによる矯正 (m)	意識的な矯正 (m)
平均値±標準偏差	0.411 ± 0.049	0.413 ± 0.043	0.452 ± 0.055

図5に, 垂直跳びの膝伸展動作中における左右Qアングルの平均値を示す. 対象者7名の膝関節屈曲時におけるQアングルの平均値は, 介入なしで $23.9 \pm 5.1^\circ$, テーピングによる矯正で $22.8 \pm 7.0^\circ$, 意識的な矯正で $17.3 \pm 4.7^\circ$ であった. 膝伸展動作中における左右Qアングルの平均値は, 通常と比べ, 意識による矯正において有意な差が認められた ($P=0.03$, $P<0.05$).

図6に, 通常垂直跳びと比べた各条件による膝伸展動作中の左右Qアングルの変化率と跳躍高の変化率

との関係を示す. 膝伸展動作中におけるテーピングによる矯正, 意識に伴う左右Qアングルの変化率と跳躍高の変化率との間には, 統計的に有意な相関関係が認められなかった ($r=-0.07$, n.s).

IV. 考 察

垂直跳びは, 瞬発力や下肢の筋パワーを評価するために用いられている. 垂直跳びにおいて, より高く跳ぶためには身体重心を素早く上昇させる必要がある. そのためには, 膝関節の伸展方向への角速度を大きくするとともに, 大きな筋力発揮をする必要がある¹⁾. しかしながら, 収縮要素である筋線維の力発揮に関しては, 動的特性による制限がある. 下肢のアライメントに異常がみられた場合, 垂直跳びの跳躍時における膝伸展機構に制限が生じると考えられる. 垂直跳びでは, 補助動作として立位姿勢から一度, 軽くしゃがみ込んでから跳び上がる「反動動作」と, 脚の伸展と同時に腕を上・前方に振り込む「振込動作」とがある. これら2つの動作がタイミングよく行われるとき, 身体重心の上昇速度が最大となって大きな跳躍高が得られると考えられる. また, 垂直跳び動作には, 大腿四頭筋の筋一腱の伸張が不可欠なため, 「反動動作」は必然的に起こるといえる. 一方, 「振込動作」については, 「振込動作」を用いることで約10%跳躍高を高めることができる⁵⁾. つまり, 垂直跳びは, 補助動作のタイミングの習得とともに, 効率のよい膝伸展機構のための正常なアライメントの獲得がパフォーマンスの向上につながると考えられる.

下肢アライメント異常の代表的なものとしてX脚がある. X脚の評価基準としては, Qアングルが用いられており, Qアングルが 20° 以上の場合をX脚と判断している. 跳躍動作は, 大腿四頭筋-膝蓋骨-膝蓋腱-脛骨粗面と連なる膝伸展機構によって行われている動作であるため, X脚の場合, 膝伸展機構にねじれが生じ, 筋出力の効率を低下させると考えられる. したがって, 特に垂直跳びのような重力に抗する垂直方向への運動では, X脚がみられる場合, 最大発揮パワーが分散してしまい, 身体重心を素早く上昇させること

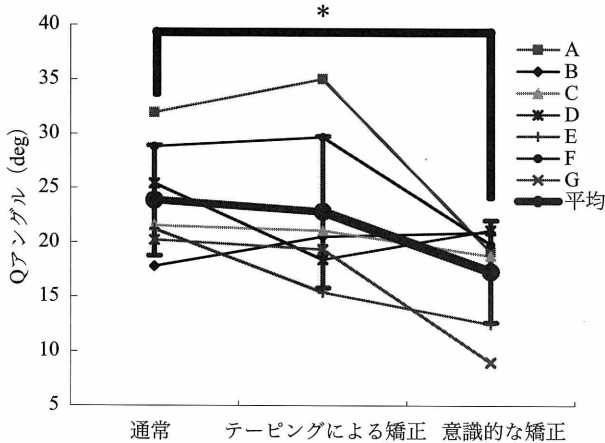


図5 通常, テーピング, 意識的な矯正における膝伸展動作中の左右Qアングルの平均値 (*: $P<0.05$)

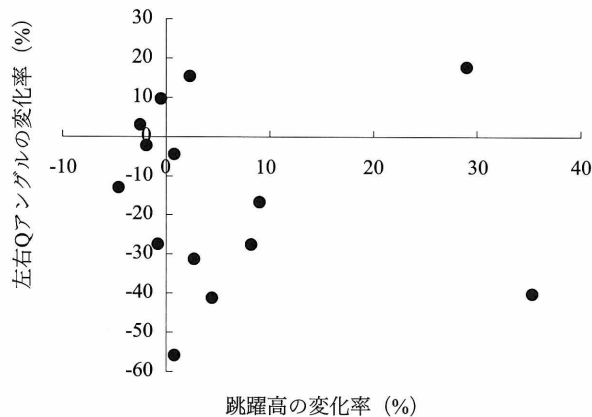


図6 矯正に伴う膝伸展動作中の左右Qアングルの変化率と跳躍高の変化率との関係

ができなくなるため、パフォーマンスの低下につながると考えられる。

本研究では、女子大学生 7 名を被験者とし、X 脚の矯正としてテーピングと、意識による矯正という 2 つの方法を用い、跳躍動作時における X 脚の改善が垂直跳びのパフォーマンスに及ぼす影響について検討した。その結果、どのような条件下においてもパフォーマンスに有意な変化は認められなかった。したがって、テーピングによる矯正と意識による矯正ともに、X 脚を改善することが必ずしも垂直跳びのパフォーマンスを有意に向上させるとはいえない。しかしながら、テーピングによる矯正では、通常と比べ 3.1cm (変化率 8.2%)、意識による矯正では、13.4cm (変化率 35.3%) 跳躍高が増加した者もいたため、X 脚の改善がパフォーマンスを向上させる可能性はあるかもしれない。

テーピングによる矯正では、膝関節を中心に伸縮性テーピングを用いてスパイラル状にテープを巻いた。その条件下において、垂直跳びの膝伸展動作中における左右の Q アングルの平均値をみると、何も介入していない状態と比べて有意な改善は認められなかったものの、通常の跳躍時と比べて 7 名中 2 名に改善がみられた。テーピングの主な目的は、関節の動きを制限することで運動中の関節に作用する外力をコントロールすることである。一方、山本 (2004) は、テーピングによる制限が、運動動作そのものの障害となる可能性もあると述べている。本実験においても、テーピングを巻いた状態での跳躍動作では、通常の跳躍時よりも顕著に膝関節の屈曲が小さくなっていった被験者がいた。そのため、垂直跳びのような膝関節を大きく屈曲させる必要がある運動においては、テーピングが本来の下肢パワーを発揮するための関節の動きを制限したのではないかと考えられる。

以上のことから、通常の跳躍に比べてテーピングによる矯正では、本来の跳躍動作と異なる動作になってしまい、パフォーマンスの向上に繋がらなかったと考えられる。また、本研究では、伸縮性テープを使用したことが、跳躍動作時の X 脚の改善がみられなかったと考えられる。

一方、意識による矯正では、ゴムボールを膝に挟みながらスクワットをさせた直後に、垂直跳びを行わせた。その結果、膝伸展動作中における左右の Q アングルに有意な改善が認められた。また、左右の Q アングルの平均が基準値以下 (17.3°) を示したことから、X 脚が改善されたといえる。したがって、意識することにより X 脚を改善することができる可能性がある

考えられる。これまで意識的な矯正に関する先行研究では、着地動作時に下肢アライメント改善のための指示を与えることで、アライメントが改善し、膝関節への負荷が減少するとともに、アライメント異常者に姿勢改善の指示をすることで、本来使われるべき部位の筋活動が高まるとともに、アライメント異常によって過剰なストレスがかかっていた部位の筋活動が低下し、姿勢の矯正がみられたと報告されている⁶⁾。したがって、意識的にアライメント異常を改善することは、正常な筋活動と、傷害の防止に繋がる可能性があるといえる。しかしながら、意識による X 脚の矯正では、垂直跳びにおけるパフォーマンスの向上に結びつかなかった。その原因として、動作を矯正することに意識が集中してしまい、跳躍動作そのものに集中ができなかったため、反動動作と振込動作のタイミングが合わなかったのではないかと考えられる。

本研究では、テーピングによる矯正と、意識による矯正という 2 つの方法を実践した。どちらの方法においてもパフォーマンスの有意な向上は認められなかったものの、意識による矯正により、跳躍動作中の X 脚に有意な改善が認められた。一方、テーピングを用いた矯正では、X 脚に有意な改善が認められなかった。テーピングについては、内側からのスパイラル・テーピングという技法を用いた。しかしながら、内側からのみのスパイラル・テーピングよりも、内・外の両側から巻く技法の場合の方が X 脚の矯正には有効であったかもしれない。また、本研究では伸縮性のテープを用いたため、矯正するのに不十分であったと考えられる。今後は、非伸縮性テープを用いて、動作の矯正に有効か検討する必要がある。

V. まとめ

本研究では、意識的な矯正とテーピングによる矯正という 2 つの方法を実践し、それらが垂直跳びのパフォーマンスに及ぼす影響について比較・検討した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) 意識的な矯正は、跳躍動作中にみられる X 脚を有意に改善した。
- (2) 意識的な矯正とテーピングによる矯正では、両者ともに X 脚の改善率とパフォーマンスの変化率との間に有意な相関関係が認められなかった。
- (3) 意識的に動作を行うことにより、動作は変容することが示唆された。

以上のことから、X 脚の改善は本研究で用いたテー

ピングによる矯正よりも、意識的に矯正することが有効であるといえる。したがって、日常のトレーニングの中においても、動作を修正するためには意識的に動作を矯正することが必要といえる。また、正常なアライメントに応じた筋活動を行うことができるようなトレーニングをすることが、パフォーマンスの向上に有効であろう。今後の課題として、X脚の改善のためのトレーニング法や、テーピングの技法について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 深代千之, 桜井伸二, 平野裕一, 阿江通良 (2000) スポーツバイオメカニクス, 朝倉書店.
- 2) 金子公宥, 福永哲夫 (2004) バイオメカニクス ー身体運動の科学的基礎ー, 杏林書院.
- 3) 川野哲英 (2000) ファンクショナル・テーピング, ブックハウス・エイチデイ.
- 4) 日本体育協会監修 (2005) スポーツ医学研修ハンドブック, 文光堂.
- 5) 西園秀嗣 (2004) スポーツ選手と指導者のための体力・運動能力測定法, 大修館書店.
- 6) 佐久間香, 池添冬芽, 大畑光司, 塚越累, 市橋則明 (2008) 着地動作時における下肢アライメント改善のための指示の有無が下肢筋活動に与える影響, 体力科学, 57 (6), 834.
- 7) Winter, D. A. (2004) Biomechanics and motor control of human movement. 3rd. New York, John Wiley & Sons.
- 8) 山本利春 (2004) 測定と評価, ブックハウス・エイチデイ.
- 9) 山本利春, 外園隆 (2007) アスレチックトレーナーガイドブック, ナップ.
- 10) 財団法人全日本スキー連盟 (2006) 教育本部オフィシャル・ブック (2007年度), スキージャーナル.

最終版平成22年8月23日

The Effects of Jump Performance on Improvement in Knock-knee During Vertical Jumps

Hiroshi SUI TO

The purpose of this study is to indicate the effects of correction of knock-knee on vertical jump performance and jump movement. The subjects were seven young females (Age=21.3±0.5 years, Height=156.7±3.2cm, Weight=48.0±5.0kg). The subjects were made to jump in three conditions (normal and correction by the tape, intentional correction) two times. The jump movements of the subjects were captured two-dimensionally using a high-speed video camera (100Hz). The Q angles and heights of jump were measured during the vertical jump. The maximum heights of the vertical jump in each condition did not indicate a significant difference. On the other hand, there was a significant improvement in the Q angle values for subjects in the intentional correction group as compared to subjects with measurements in the normal jump. However, to correct the Q angle by tape did not show a significant improvement. The results indicated that the correction of knock-knee effectively corrected the Q angle by intentional correction rather than by tape. Thus, improvement in knock-knee benefited by intentional correction. However, in the short-term, the correction of movement did not improve the performance.

Keywords: Correct of motion, Knee joint alignment, Female, Vertical jump

